

December 20, 2005
204/04006US

Prior Art:

for Publication No.: WO 2004/092256

International Search Report & International Preliminary Examination Report:

DE 197 29 891 A1

This equipment modifies plastic surfaces. It is novel in that a material flowing at constant speed (the medium), is accelerated onto the plastic surface, to improve adhesion to other materials. Also claimed is the corresponding process.

DE 28 44 425 A

Method for the activation of resinous surfaces for a chemical germination with a precious metal so that afterwards a metallisation can be carried out.

Second Examination Report:

DE 197 29 891 A

Abstract please see above.

BEST AVAILABLE COPY



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 197 29 891 A 1**

⑦1 Aktenzeichen: 197 29 891.5
⑦2 Anmeldetag: 12. 7. 97
⑦3 Offenlegungstag: 14. 1. 99

⑦5 Int. Cl.⁶:
B 29 C 59/00
C 25 D 5/56
C 23 C 18/31
B 60 B 5/02
B 60 B 21/08
B 24 C 1/06
A 63 C 5/12

DE 197 29 891 A 1

⑦1 Anmelder:
Sauer, Hartmut, 57076 Siegen, DE

⑦2 Erfinder:
gleich Anmelder

⑦5 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE 196 20 935 A1
DE 195 38 531 A1
DE 44 38 791 A1
DE 43 06 971 A1
DE 29 20 633 A1

DE 28 44 425 A1
DE 94 02 776 U1
CH 4 08 397
FR 15 32 534
US 51 84 874
US 51 76 924
US 24 48 316
EP 07 61 415 A2
EP 00 23 240 A1

REININGER, Hans:
Haftgrundbehandlungsvorschläge
vor der Flammstoffspritzbeschichtung mit
nichtmetallischen Stoffen. In: Maschinenmarkt,
71. Jg., 1965, Nr. 13, S.33-35;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑦4 Verfahren zur gezielten Aufrauung von Kunststoffoberflächen als Grundlage für eine verbesserte Haftung von
Schichten und Schichtsystemen auf dem aufgerauhten Substrat

⑦5 Anwendungsgebiete:
1. Metallisierung von CFK-Leichtwalzen für die Papierin-
dustrie
2. Metallisierung von CFK-Ringen für den Einsatz korrosi-
onsbeständiger Bauteile in Turbomolekularpumpen
3. Metallisierung von Leiterplattenmaterial
4. Innen- und Außenmetallisierung von Polyamid-Rohren
Stand der Technik

Thematischer Hintergrund
Metallbeschichtete Kunststoffe gewinnen als Hochlei-
stungswerkstoffe in der industriellen Anwendung zuneh-
mend an Bedeutung. Durch die Kombination von Metall
und Kunststoff versucht man die hohe Verschleißfestig-
keit, die hohe Resistenz gegenüber chemisch aggressiven
Medien und die gute elektrische Leitfähigkeit von metalli-
schen Schichten mit den Eigenschaften der Kunststoffe zu
vereinen. Eine wesentliche Rolle für den Einsatz der Ver-
bundwerkstoffe (Metallschicht auf Kunststoff) spielt die
Haftung zwischen Metall und Kunststoff. Hierbei lassen
sich die Haftungsmechanismen in drei Gruppen einteilen:
chemische Bindungen,
physikalische Bindungen,
mechanische Verklammerungen.

Da zwischen Kunststoffen und Metallen keine chemi-
schen Bindungen vorhanden und die physikalischen Bin-
dungskräfte nur schwach ausgeprägt sind [Zeitschrift
Galvanotechnik, 86 1995, Nr. 1, Technische und wissen-
schaftliche Aspekte der Metallisierung von Polymeren, Dr.
Dr. habil. Heinrich Meyer], muß den mechanischen Ver-
klammerungen eine bedeutende Funktion im Bereich der
Haftungssteigerung zugesprochen...



DE 197 29 891 A 1

Beschreibung

Grundsätzlich sind zwei Verfahren zum Aufrauen oder Abtragen von Materialien bekannt: Zum einen das Injektorstrahlverfahren (Fig. 3 und Fig. 4) und zum Zweiten das Strahlen mit einem Drucksystem (Fig. 5).

Injektorprinzip

Bei diesem Verfahren werden Beschleunigungsmedien wie z. B. Druckluft oder Flüssigkeiten in einer Düse unmittelbar vor dem Austritt so beschleunigt, daß in einer zweiten Zuführung ein Unterdruck entsteht. Durch diesen Unterdruck wird das Strahlmittel aus der Vorratskammer angesaugt, in der Düse mitgerissen und beschleunigt. Die Mischung von Beschleunigungsmedium und Strahlmedium findet unmittelbar vor dem Austritt statt [Firmenprospekt der Firma Nakenssen].

Strahlen mit einem Drucksystem

Hierbei wird das Strahlmittel in der Vorratskammer mit einem Medium druckbeaufschlagt. Dieses Medium hat die Aufgabe, das Strahlmittel zum Düsenkopf zu transportieren und zu beschleunigen. Die Mischung beider Medien (Strahlmittel und Transport-Beschleunigungsmedium) findet in der Vorratskammer statt.

Diese Verfahren können neben der Aufrauhung und Abtragung von Material, z. B. Metalle, Beton, Mauerwerk, usw. auch für die Modifikation von Kunststoffen verwendet werden.

Nachteile der vorgestellten Systeme (Stand der Technik)

1. Volumenstromschwankungen

Injektorprinzip

Durch die Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit des Beschleunigungsmediums in der Düse wird ein Unterdruck von maximal 0,4 bar erzielt (ein hoher Druck des Beschleunigungsmediums hat einen höheren Unterdruck im Zuführungsschlauch zur Folge). Dieser Unterdruck bezogen auf den Querschnitt des Zuführungsschlauches ergibt eine Kraft, die der gesamten Reibung des Strahlmittels im Schlauch entgegensteht. Da Haftreibung und Gleitreibung des Strahlmittels im Schlauch voneinander variieren und die geringe Kraft (erzeugt durch den geringen Unterdruck) nicht ausreicht, um das Strahlmittel im Schlauch gleichmäßig strömen zu lassen, kommt es zu starken Volumenstromschwankungen. Des weiteren findet eine starke Veränderung der Strömungsgeschwindigkeit des Strahlmediums mit der Konsistenz des Strahlmittels statt. Faktoren sind hierbei der Feuchtigkeitsgehalt des Strahlmittels und der Abnutzungsgrad der Strahlkörper.

Strahlen mit einem Drucksystem

Hierbei wird das Strahlmittel direkt hinter der Vorratskammer mit dem Transport- und Beschleunigungsmedium gemischt. Um die nötige Austrittsgeschwindigkeit zu erreichen, muß ein bestimmtes Verhältnis zwischen dem Strahlmittel und dem Transport- und Beschleunigungsmedium eingestellt werden. Bei zu geringem Druck oder zu hohem Strahlmittelstrom kommt es zu Strömungsbedingungen im Zuführungsschlauch, die zur Folge haben, daß das Strahlmittel am Austrittspunkt (Strahldüse) nicht genügend Energie besitzt, um die Kunststoffoberfläche optimal aufzura-

hen. Aus den genannten Gründen ist es mit diesem Verfahren nicht möglich, bei kleinen Strahldrücken hohe Strahlmittelströme zu realisieren.

2. Druckbereich

Injektorprinzip

Da der Unterdruck im Zuführungsschlauch von der Strömungsgeschwindigkeit der Beschleunigungsmedien abhängt, können hohe Strahlmittelströme nur mit einem sehr hohen Druck in der Zuführung des Beschleunigungsmediums realisiert werden. Weiterhin sind die Strahlmittelströme bei geringeren Drücken der Beschleunigungsmedien für eine optimale Kunststoffoberflächenaufrauhung zu niedrig.

Strahlen mit einem Drucksystem

Da das Strahlmittel mit den Transport- und Beschleunigungsmedium unmittelbar hinter der Vorratskammer gemischt wird, ist es unmöglich mit sehr kleinen Drücken des Transport- und Beschleunigungsmediums, das Strahlmittel durch den gesamten Strahlmittelschlauch zu transportieren. Arbeitsbereiche von 6 bis 25 bar sind für solche Systeme signifikant.

3. Abtragsrate

Injektorprinzip

Der Strahlmittelvolumenstrom bei kleinen Drücken (< 1 bar) ist aufgrund einer niedrigen Strömungsgeschwindigkeit des Beschleunigungsmediums sehr gering. Daraus folgt, daß eine Aufrauhung nur mit deutlich längeren Strahldauern pro Flächeneinheit erreicht werden kann. Durch diese erhöhte Strahldauer pro Flächeneinheit nimmt die Oberflächenzerrüttung deutlich zu. Diese hat bei bestimmten Kunststoffen drastischen Einfluß auf das Verhalten dieser Werkstoffe (insbesondere auf faserverstärkte oder fasergefüllte Kunststoffe).

Strahlen mit einem Drucksystem

Dieses Verfahren mit einem Arbeitsbereich von 6 bis 25 bar beschleunigt das Strahlmittel mit einer für die Kunststoffaufrauhung zu hohen Energie. Daraus resultiert eine Aufrauhung, die stets mit einer extrem hohen Abtragsrate verbunden ist. Zusätzlich wird der Werkstoff im hohem Maß durch Oberflächenzerrüttung beeinträchtigt. Die hohen Abtragsraten haben weiterhin zur Folge, daß die Formgenauigkeit der Ausgangsteile nicht gewährleistet werden kann.

4. Einstellbarkeit der Parameter

Injektorprinzip

Bei diesem Verfahren hängt der Strahlmittelvolumenstrom von der Geometrie des Injektorkopfes und der Höhe des Unterdrucks im Strahlmittelschlauch ab. Eine Änderung des Strahlmittelvolumenstroms über die Geometrie des Strahlkopfes ist nur in gewissen Grenzen möglich und sehr kostenintensiv. Die Änderung des Unterdrucks ist abhängig von der Strömungsgeschwindigkeit des Beschleunigungsmediums und somit vom Druck dieses Mediums. Es ist nicht möglich, Strahlmittelvolumenstrom und Druck des Beschleunigungsmediums getrennt und unabhängig voneinander zu variieren.

Strahlen mit einem Drucksystem

Der Strahlmittelstrom ist innerhalb bestimmter Grenzen vom Druck des Beschleunigungsmediums abhängig, da dieses Verfahren nur unter bestimmten Strömungsbedingungen im Zuführungsschlauch funktioniert. Daher ist hier keine unabhängige stufenlose Einstellung des Druck des Beschleunigungsmediums und Strahlmittelstroms möglich.

Aufgaben der Erfindung

Die Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zu schaffen, Kunststoffoberflächen reproduzierbar, gleichmäßig, verbunden mit einem geringen Materialabtrag und mit einer sehr geringen Oberflächenzerrüttung so zu raushstrahlen, daß sich beim Beschichten eine optimale Haftung zwischen Kunststoff und Schicht ergibt. Kunststoffverarbeitende Industriezweige werden in der Lage sein, Kunststoffe haftfest zu beschichten und damit ihr Lieferprogramm zu erweitern, da mit diesem Verfahren die Kunststoffoberfläche gegen chemische, mechanische, und thermische Beanspruchung geschützt werden können; dies gilt auch für Bauteile, die starken Belastungen ausgesetzt sind.

Lösung der Aufgabe

Vorteile des Verfahrens

Diese Aufgaben werden durch das Verfahren des Anspruchs I gelöst:

Übergeordnete Vorteile

Die Vorteile des Verfahrens sind darin zu sehen, daß damit eine optimale Haftung zwischen Metall und Kunststoff hergestellt werden kann. Das Verfahren erzeugt durch die folgenden fünf Eigenschaften die für eine maximale Haftung nötige Oberflächenmorphologie:

1. konstanter und unabhängig regelbarer Strahlmittelvolumenstrom
2. konstante und unabhängig regelbare Austrittsgeschwindigkeit des Strahlmittels an der Düse
3. Prozeßsicherheit auch bei Strahldrücken von 0,1 bis 3 bar
4. Gleichmäßige Energiedichte über den gesamten Bereich des Strahlkegels
5. Geringe Geräuscentwicklung beim Betrieb der Anlage.

Dies wird realisiert, indem ein Zweikreisssystem entwickelt wurde.

Die Funktionsweise stellt sich wie folgt dar:

Es stehen zwei unabhängige regelbare Druckkreisläufe zur Verfügung. Der Erste hat die Aufgabe, das Strahlmittel zur Düse zu transportieren und der zweite, das Strahlmittel zu beschleunigen Fig 6.

Vorteile und technische Details

Zu 1.

Das Strahlmittel befindet sich in einer Vorratskammer und wird mit einem Transportmedium (Druckluft, Wasser, Öl, u.s.w.) zum Düsenkopf (vorzugsweise 8 mm Durchmesser) transportiert. Querschnitt und Druck sind so gewählt, daß sich im Transportschlauch eine schleichende Strömung ausbildet. Daraus folgt, daß keine oder nur sehr geringe Tur-

bulenzen im Transportschlauch entstehen. Der Querschnitt wird erst unmittelbar vor der Düse auf den gewünschten Strahlmittelvolumenstrom reduziert. Damit kann stets ein konstanter Strahlmittelvolumenstrom gewährleistet werden. Die Transportgeschwindigkeit und die Energie des Strahlmittels, das nur durch das Transportmedium auf die Probe auftrifft, sind sehr gering und können deshalb vernachlässigt werden.

Zu 2.

Ein weiterer Vorteil ist die unabhängige Einstellung der Beschleunigung des Strahlmittels in der Düse. In einem zweiten Druckkreislauf kann der Druck des Beschleunigungsmediums reguliert werden, mit dem das anstehende Strahlmittel in der Düse beschleunigt wird. Ein wesentlicher Vorteil hierbei ist die Tatsache, daß Beschleunigungsdrücke im Bereich von 0,1 bis 6 bar realisiert werden können (Optimale Aufrauung von Kunststoffen vorzugsweise 0,1 bis 6 bar).

Zu 3.

Da der Druck des Transportmediums vorzugsweise auf 3 bar festgesetzt ist, wird ein kontinuierlicher Strahlmittelvolumenstrom gewährleistet. Ein Vorteil des Verfahrens ist die hohe Prozeßsicherheit auch bei kleinen Beschleunigungsdrücken des Strahlmittels. Mit diesem Verfahren ist es möglich, Bauteile mit großen Abmessungen rauszustrahlen (vzw. bis 8 m Länge bei 1 m Breite), da auch über sehr lange Strahlzeiten keine Schwankungen im Strahlmittelvolumenstrom und/oder im Strom des Beschleunigungsmediums auftreten.

Zu 4.

Ein weiterer Vorteil des Verfahrens besteht darin, daß das Strahlmittel durch den Druck des Transportmediums durch die Düse gedrückt wird. Da die Querschnittsreduktion vzw. direkt vor der Düse erfolgt, besteht eine gleichmäßige Strahlteilchendichte über den Querschnitt der Düse. Wenn das Strahlmittel dann durch das Beschleunigungsmedium beschleunigt wird, besteht die gleiche Teilchendichte über den Strahlkegelquerschnitt. Dies ermöglicht ein gleichmäßiges Raushstrahlen von großen Bauteilen, indem der Strahlkopf mit einer konstanten Vorschubgeschwindigkeit über das Werkstück geführt wird.

Erweiterte Lösung der Aufgabe

Zusatz I

Vorteile des Verfahrens

Diese Aufgaben werden durch das Verfahren des Anspruchs I und II gelöst:

Haftfestigkeitssteigerung durch eine Kombination aus Raushstrahlen nach Anspruch I und einer Kunststoffoberflächenplasma-modifikation. Hierbei wird die Oberfläche durch ein anschließend an den Raushstrahlprozeß, durch ein Plasma chemisch modifiziert und bietet dadurch der Metallschicht eine höhere Haftungsneigung.

Hierbei wird eine vorzugsweise raughgestrahlte Kunststoffoberfläche mit einem zusätzlichen Plasmaätzvorgang modifiziert Fig. 9. Bei diesem Verfahren wird die Oberfläche aktiviert und oxidiert das bei vorzugsweise CFK (Kohlenstoffaserverstärkten Kunststoffen), GFK (Glasfaserverstärkten Kunststoffen), Polypropylen, Polystyrol, Acryl Bu-

tadien Styrol, Polyäthylen in Verbindung mit einer Metallbeschichtung eine wesentlich höhere Haftfestigkeit ergibt.

Zusatz II

Vorteile des Verfahrens

Diese Aufgaben werden durch das Verfahren des Anspruchs I und III gelöst:

In vielen Fällen ist es notwendig schwerzugängliche und oder inwendig befindliche Flächen mit einer Metallschicht zu schützen. Dieses Verfahren wird hier auf folgende Kunststoffe angewendet: CFK (Kohlenstoffaserverstärkten Kunststoffen), GFK (Glasfaserverstärkten Kunststoffen), Polypropylen, Polystyrol, Acryl Butadien Styrol, Polyäthylen. Um dies Stellen erreichen zu können ist es notwendig den Strahlmittelstrahl umzulenken. Die damit verbundenen Reibung an der Umlenkvorrichtung hat eine geringe Standzeit zur Folge. Die Vorrichtung nach Anspruch III zeichnet sich dadurch aus, daß der Strahlmittelstrom auf einem Polster aus vorzugsweise Druckluft umgelenkt wird (Fig. 10.). Damit ist ausgeschlossen, daß das Strahlmittel mit dem Werkstoff der Umlenkeinrichtung in Kontakt treten kann. Damit ist der abrasive Verschleiß der Umlenkeinrichtung abgestellt und sehr hohe Standzeiten sind realisierbar.

Beschreibung der Erfindung

Fig. 1

Ausgehend von einer mit chemisch modifizierten Oberfläche ergeben sich nach dieser Behandlung zwar eine Oberflächenvergrößerung, aber es werden keine oder nur sehr wenig Hinterschneidungen erzeugt.

Fig. 2

Ausgehend von einer faserverstärkten und einer nichtfaserverstärkten Kunststoffoberfläche wird die Änderung der Oberflächentopographie durch das Verfahren nach Anspruch 1 gezeigt. Hier wird verdeutlicht, daß die mechanischen Verankerungen die für eine erhöhte Haftung zu aufgetragenen Schichten notwendig sind, deutlich vorhanden sind.

Fig. 3

Es wird verdeutlicht, daß sowohl Massenstrom des Strahlmittels und Strahlmittelbeschleunigung nur allein von der Einstellung der Druckluftzufuhr abhängt. Folglich ist keine unabhängige Regelung der Parameter, Strahlmittelmassenstrom und Strahlmittelbeschleunigung gewährleistet.

Fig. 4

Durch die Strömungsgeschwindigkeit des Druckluftstroms wird im Bereich A ein Unterdruck erzeugt, welcher das Strahlmittel ansaugt und in den Druckluftstrom mitreißt.

Fig. 5

Bei dem hier vorgestellten Drucksystem, besteht die Möglichkeit den Massenstrom zu regulieren, aber dieser ist in jedem Fall immer abhängig vom anstehenden Druck auf das gesamte System. Im begrenzten Bereich ist hier eine Einstellung des Massenstroms möglich.

Fig. 6

Zweikreisssystem

Der Strahlkopf des Zweikreisystems mischt die beiden Massenströme in der Form, daß das Strahlmittel seine Beschleunigung (Energie) erst ab dem Punkt A erhält. Der Massenstrom 1 besteht aus Druckluft wobei auch andere Medien denkbar wären. Der Massenstrom 2 besteht aus einem Gemisch aus Strahlmittel vorzugsweise SiC P80 und zumeist Druckluft. Andere Medien wie Öl, Wasser, Stickstoff, Sauerstoff sind denkbar. Besonders gut eignen sich Düsen aus kubischem Bornitrid. Die unmittelbare Massen-

stromereinstellung vor der Mischdüse (ca. 40 mm vor Punkt A) ermöglicht einen konstanten Massenstrom des Strahlmittels über der Zeit. Das System besteht aus zwei unabhängig voneinander regelbaren Kreisläufen.

- 5 Das Strahlmittel in dem Vorratsbehälter wird mit einem konstantem Druck beaufschlagt (vorzugsweise 3 bar Überdruck). Das Strahlmittel wird aufgrund des Überdrucks durch den Zuführungsschlauch 2 gedrückt. Hierbei findet vom Vorratsbehälter bis zum Massenstromregelventil, welches unmittelbar vor der Mischdüse liegt, keine Querschnittsveränderung statt. Die Strömungsverhältnisse (hoher Massenstrom Strahlmittel, geringer Anteil Druckluft) gewährleisten im Schlauch eine schleichende Strömung. Der zweite Kreislauf transportiert die Druckluft zum Anschluß 1 der Mischdüse. Der Druck ist hierbei von 0,1 bar bis 6 bar regelbar. Das Strahlmittel, welches mit einer sehr kleinen Strömungsgeschwindigkeit in der Mischdüse angelangt, wird durch die hohe Strömungsgeschwindigkeit der Druckluft beschleunigt.
- 20 Das beschleunigte Strahlmittel trifft auf die Kunststoffoberfläche auf, verändert die Oberflächentopographie und wird in einem Sammelbehälter aufgefangen. Der Sammelbehälter ist mit dem Vorratsbehälter durch ein Ventil verbunden, welches sich bei einem Druck von ca. 1 bar im Vorratsbehälter
- 25 öffnet. Das Strahlmittel kann dann durch die Schwerkraft zum Sammelbehälter in den Vorratsbehälter rutschen.

Fig. 7

Diese Rasterelektronenmikroskopaufnahme zeigt einen Querschnitt durch eine metallbeschichtete CFK-Probe. Deutlich sind zu erkennen, daß die Kohlenstofffaser hier gezielt aus dem Matrixverbund heraus gelöst sind und nach der Beschichtung mit Nickel mechanisch verklammert ist.

Fig. 8

Die Vorbehandlung der Oberfläche verschiedener Bauteilgeometrien und Bauteilbereichen ist mit dem Verfahren nach Anspruch 1 folgendermaßen zu realisieren: Die Möglichkeit, den Strahlkopf in vier Achsen geregelt zu fahren, den Strahlkopfabstand und Strahlvorschub jeder Kontur und jedem Werkstoff anzupassen. Die Achse die für die Werkstückbewegung ermöglicht das Raustrahlen rotationssymmetrischer Bauteile.

Fig. 9

Der prinzipielle Ablauf eine Kunststoffoberfläche zu plasmamodifizieren ist in diesem Bild dargestellt. Die Elektronen werden, erzeugt durch ein Plasma, auf die Oberfläche geschossen, um dort neu funktionale Gruppen zu bilden. Dieser Vorgang hat zur Folge, daß die Haftung zu einer später aufgetragenen Metallschicht erhöht wird.

Fig. 10

- 50 Das Raustrahlen von Kunststoffoberflächen von Bauteilen mit einer Innenkontur wird mit einem Innenstrahlkopf realisiert, der mit dem Zweikreisssystem adaptiert wird, mit dem die Innenfläche definiert aufgeraut wird. Der Druckluftstrom wird durch das Innenrohr auf den Streupilz geführt und dort umgelenkt. Der Strahlmittelstrom, vermischt mit einem zweiten Druckluftstrom, wird über des Strahlrohr zugeführt. Dieses Gemisch aus Druckluft und Strahlmittel wird am Strahlkopf teilweise umgelenkt. Da die Strömungsgeschwindigkeit hier noch sehr gering ist, ist der Verschleiß ebenfalls sehr gering. Die eigentliche Beschleunigung des Strahlmittels findet auf dem Druckluftpolster statt. Dieses Druckluftpolster hat zum einen die Aufgabe das Strahlmittel zu beschleunigen und zum anderen den Streupilz gegen abrasiven Verschleiß durch das Strahlmittel zu schützen.
- 65

Literatur

- Atotech Deutschland GmbH: Zukunftsperspektiven für eine wirtschaftliche Galvanik, Galvanotechnik 84 (1993), Nr. 8, S. 2632-2636.
- H. Enger: Aufbereitung von Galvanikschlämmen. Galvanotechnik 84 (1993), Nr. 6, S. 1924-1926.
- EPA 0363887, Mitsubishi Rayon Co. LTD.
- Galvano Dresden GmbH: Abwasserfreie Anlage zum galvanischen Vernickeln und Verchromen. Galvanotechnik 84 (1993), Nr. 9, S. 2966-2968.
- R.A. Haefler: Oberflächen- und Dünnschichttechnologie. Springer, 1987.
- D. Hoffmann: Laser-Veredelung von Plasma-Spritzschichten, Fortschr.-Berichte VDI, Reihe 5, Nr. 240, 1991.
- Kunststoff-Metallisierung. Handbuch für Theorie und Praxis. Leuze Verlag, Saulgau/Württ., 1991.
- E. Langenfeld, J. Pinter: Die Zielsetzung bestimmt die Technik. Galvanotechnik 84 (1993), Nr. 11, S. 3815-3823.
- H. Layain, K. Kuehn: Metallization of plastic objects. Vereinigte Flugtechnische Werke Fokker GmbH.
- H. Meyer: Technische und wissenschaftliche Aspekte der Metallisierung von Polymeren. Berichtsband über das 15. Ulmer Gespräch, Leuze Verlag, Neu-Ulm, 1993, S.74-88.
- J. Niestroj, Chr. Rupprich: Abfall- und abwasserwirtschaftliche Situation der Oberflächenbehandlungsbranche in Berlin und Brandenburg. Galvanotechnik 84 (1993), Nr. 10, S. 3422-3425.
- Max Schlötter GmbH & Co KG: Badbeschreibungen. Geislingen, 1992.
- M. Menningen: Untersuchungen zur haftfesten Metallisierung kohlenstoffaserverstärkter Kunststoffe. Schriftreihe Oberflächentechnik, Bericht Nr. LOT-01-04.95, Universität-GH-Siegen, Institut für Werkstofftechnik, Labor für Oberflächentechnik.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Modifizieren von Kunststoffoberflächen, die **dadurch gekennzeichnet** sind, daß ein Material mit konstanter Strömungsgeschwindigkeit auf die Kunststoffoberfläche beschleunigt wird. Dabei soll eine verbesserte Haftung zu anderen Materialien hergestellt werden.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Strahlsystem zum Aufrauen der Kunststoffoberfläche zwei unabhängige, voneinander regelbare Systemkreisläufe aufweist. (Vorzugsweise im ersten Systemkreis Druckluft und im zweiten ein Druckluft/Strahlmittelgemisch)
3. Verfahren, dadurch gekennzeichnet, daß Kunststoffoberflächen nach einer kombinierten Modifikation durch die Vorrichtung nach Anspruch 1, II und einer Plasmabehandlung und einer anschließenden Metallisierung eine verbesserte Haftung aufweist.
4. Verfahren nach Anspruch 1 und 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß Kunststoffoberflächen innenseitig oder komplexe dreidimensionale Konturen modifiziert werden und nach einer Metallisierung eine verbesserte Haftung aufweisen.
5. Vorrichtung nach Anspruch 1 und 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß zum Aufrauen vorzugsweise ein Strahlmittel SiC P80 verwendet wird.
6. Vorrichtung nach Anspruch 1 und 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung eine unabhängige Einstellung des Volumenstroms (Strahlmittelmassen-

- stroms) vom Beschleunigungsstrom vorzugsweise Druckluft erlaubt.
7. Vorrichtung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Strahlmittel im Strahlmittelführungsschlauch bis zur Mischdüse eine niedrige Energiedichte besitzt. Das Strahlmittel besitzt ohne Beschleunigung durch das Beschleunigungsmedium eine Strömungsgeschwindigkeit von vorzugsweise 20 mm/sec bei einem Volumenstrom von 1 Liter/min.
 8. Vorrichtung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei dem Verfahren eingesetzten Strahldüse für Außenkonturen hat einen Durchmesser von vorzugsweise 8 mm.
 9. Vorrichtung, dadurch gekennzeichnet, daß mit einer hier beschriebenen Innenstrahldüse Bauteile mit einer Innenkontur z. B. Rohre raugestrahlt werden können.
 10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß durch die Vorrichtung zum Innenstrahlen (Fig. 10 Innenstrahldüse) längere Standzeiten realisieren lassen, da das Strahlmittel erst nach der Unlenkung vorzugsweise 90° beschleunigt wird.
 11. Vorrichtung nach Anspruch 1 und 9, dadurch gekennzeichnet, daß mit dem Verfahren CFK-Rohre (Kohlenstoffaserverstärkter Kunststoff) innen raugestrahlt werden können, und mit einer Beschichtung vorzugsweise mit chemischem Nickel eine größere Haftung zwischen dem Kunststoff und dem Metall erreicht werden kann.
 12. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Kunststoffe wie CFK (Kohlenstoffaserverstärkter Kunststoff), GKF (Glasfaserverstärkter Kunststoff), CFK, Polyamid, Polystyrol, Polyäthylen, Polypropylen, Acryl Butadien Styrol, PMMA, ... raugestrahlt werden können, um bei einer anschließenden Beschichtung mit außenstromlosen oder elektrolytischen Metall eine bessere Haftung zu erzielen.
 13. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Kunststoffe wie CFK (Kohlenstoffaserverstärkter Kunststoff), GKF (Glasfaserverstärkter Kunststoff), CFK, Polyamid, Polystyrol, Polyäthylen, Polypropylen, Acryl Butadien Styrol, PMMA, ... raugestrahlt werden können, um bei einer anschließenden Beschichtung, hergestellt durch Kleben, thermischer Spritzen, galvanische Abscheidung oder chemische Abscheidung eine wesentlich größere Haftung der Beschichtung zum Kunststoff erzielt wird.
 14. Vorrichtung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß mit der Vorrichtung ein genauer Volumenstrom des Strahlmittels und eine konstante Auftreffgeschwindigkeit der Strahlteilchen auf die Kunststoffoberfläche gewährleistet wird.
 15. Vorrichtung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß Skier mit diesem Verfahren raugestrahlt werden, um dann mit einer Metallschicht haftfest beschichtet zu werden.
 16. Vorrichtung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß Skier mit diesem Verfahren raugestrahlt werden, um dann mit einer Teflonschicht haftfest beschichtet zu werden.
 17. Vorrichtung nach Anspruch 1, das Snowboards mit diesem Verfahren raugestrahlt werden, um dann mit einer Metallschicht haftfest beschichtet zu werden.
 18. Vorrichtung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß Snowboards mit diesem Verfahren raugestrahlt werden um dann mit einer Teflonschicht oder einer Metallschicht haftfest beschichtet zu werden.
 19. Vorrichtung nach Anspruch 1 und 2, dadurch ge-

kennzeichnet, daß, Surfbretter mit diesem Verfahren
rauhgestrahlt werden um dann mit einer Metallschicht
haftfest beschichtet zu werden.

20. Vorrichtung nach Anspruch 1 und 2, dadurch ge-
kennzeichnet, daß Surfbretter mit diesem Verfahren 5
rauhgestrahlt werden, um dann mit einer Metallschicht
oder einer Teflonschicht haftfest beschichtet zu wer-
den.

21. Verfahren, dadurch gekennzeichnet, daß Kunst-
stoffe wie: CFK (Kohlenstoffaserverstärkter Kunst-
stoff), GKF (Glasfaserverstärkter Kunststoff), CFK,
Polyamid, Polystyrol, Polyäthylen, Polypropylen,
Acryl Butadien Styrol, und PMMA plasmamodifiziert
werden, und durch eine anschließenden Beschichtung
mit außenstromlosen oder elektrolytischen Metallbe- 10
schichtung eine bessere Haftung aufzuweisen.

22. Verfahren, dadurch gekennzeichnet, daß mit die-
sem Verfahren CFK-Fahrradfelgen rauhgestrahlt wer-
den und dann in diesem Bereich der Bremszone metal-
lisiert werden, um in diesem Bereich den Verschleiß zu 15
reduzieren.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -



Fig. 1



Fig. 2

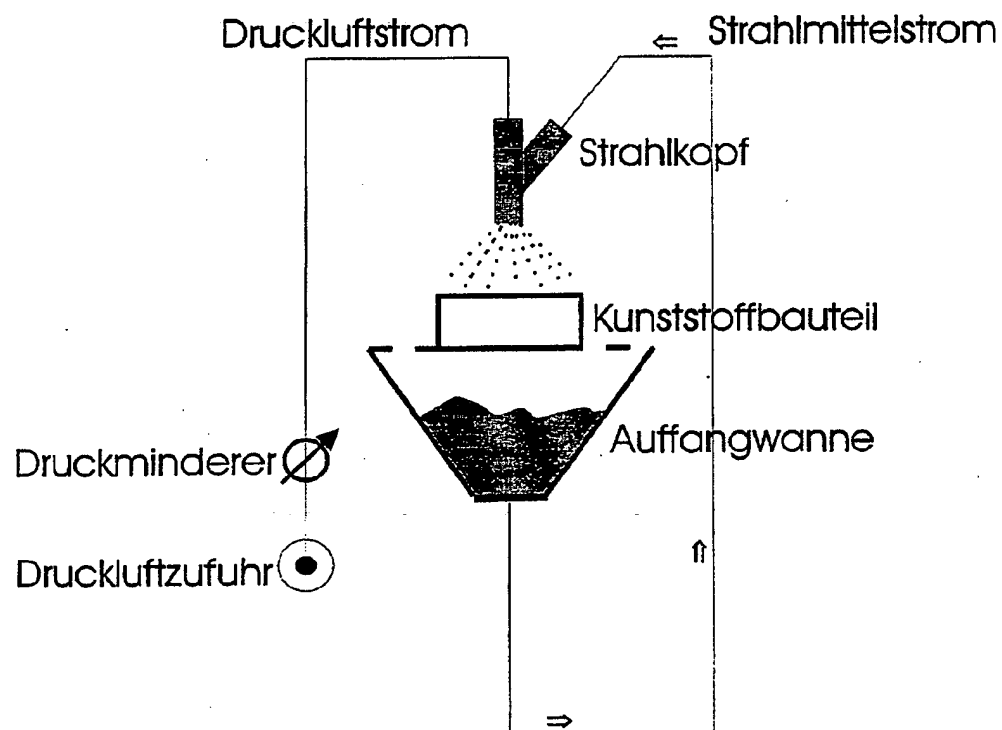


Fig.3

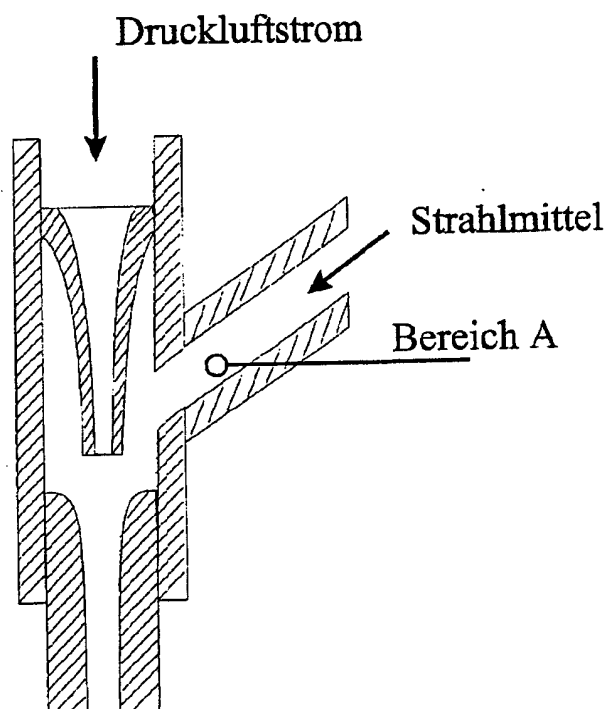


Fig. 4

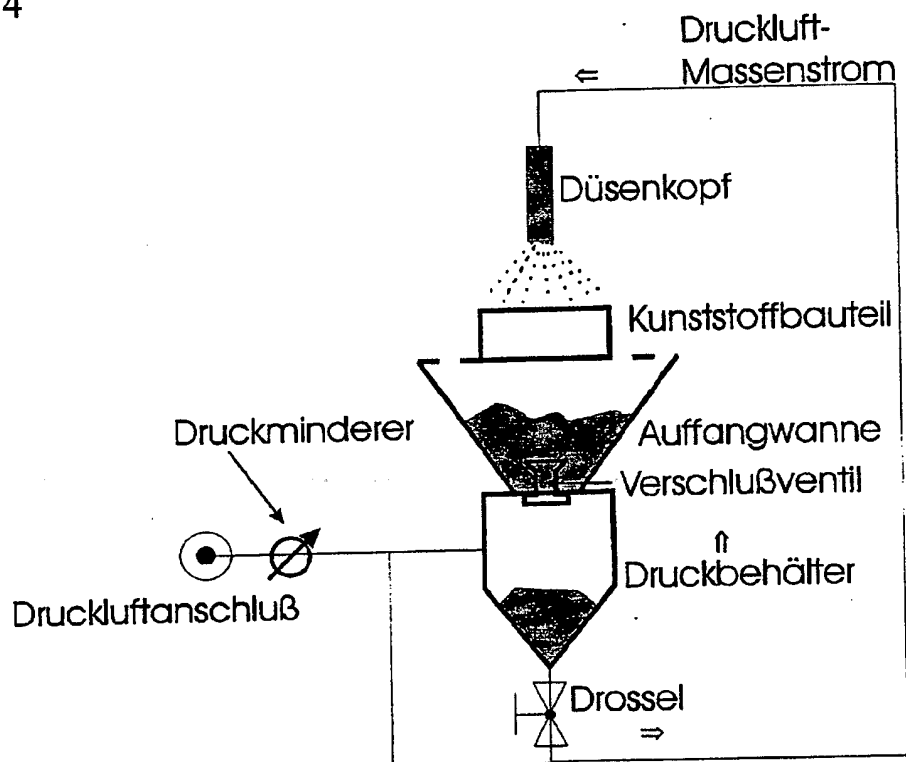


Fig. 5

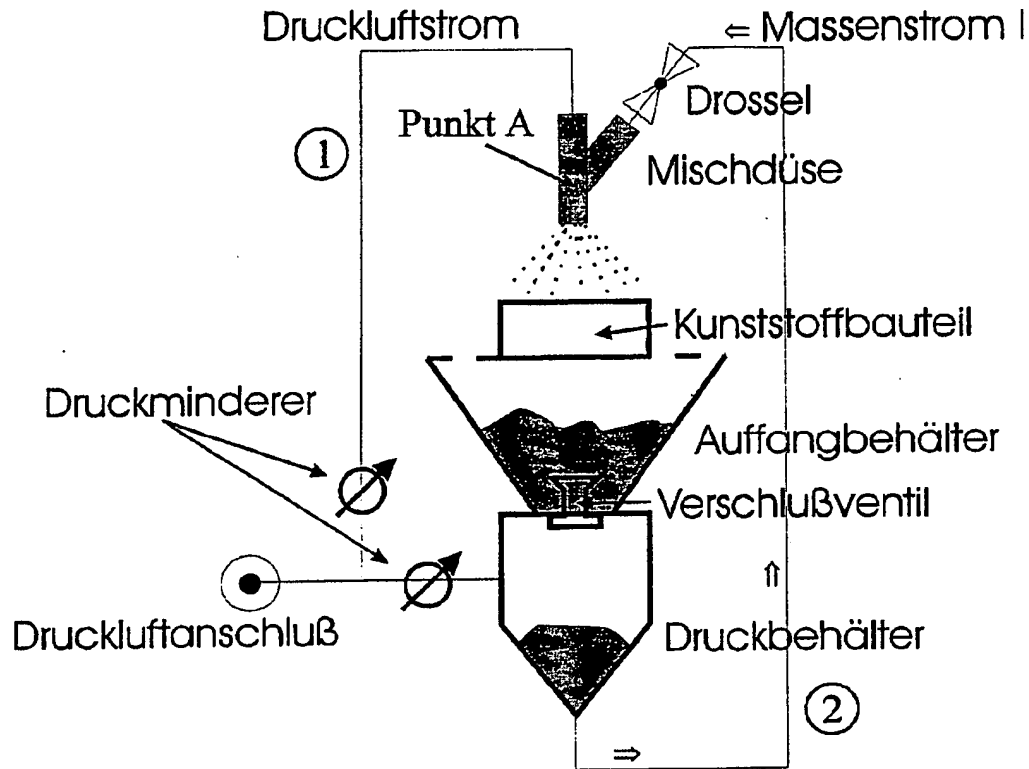


Fig. 6



Fig. 7

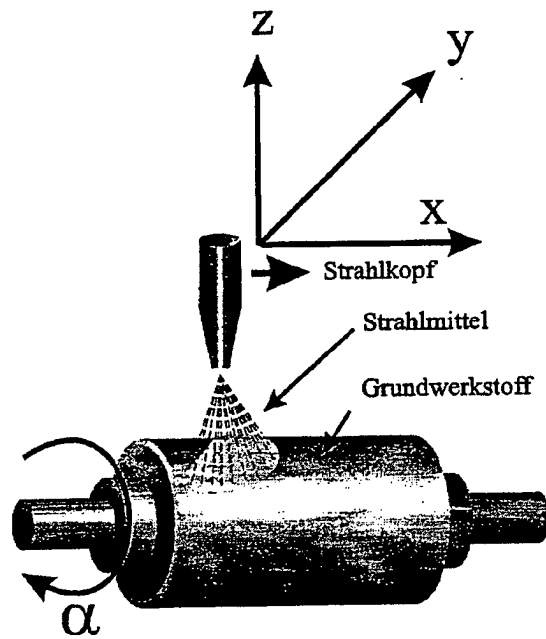


Fig. 8

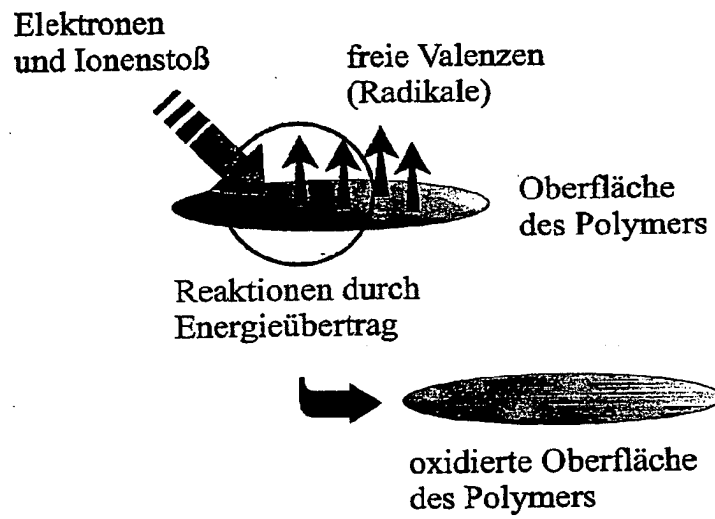


Fig. 9

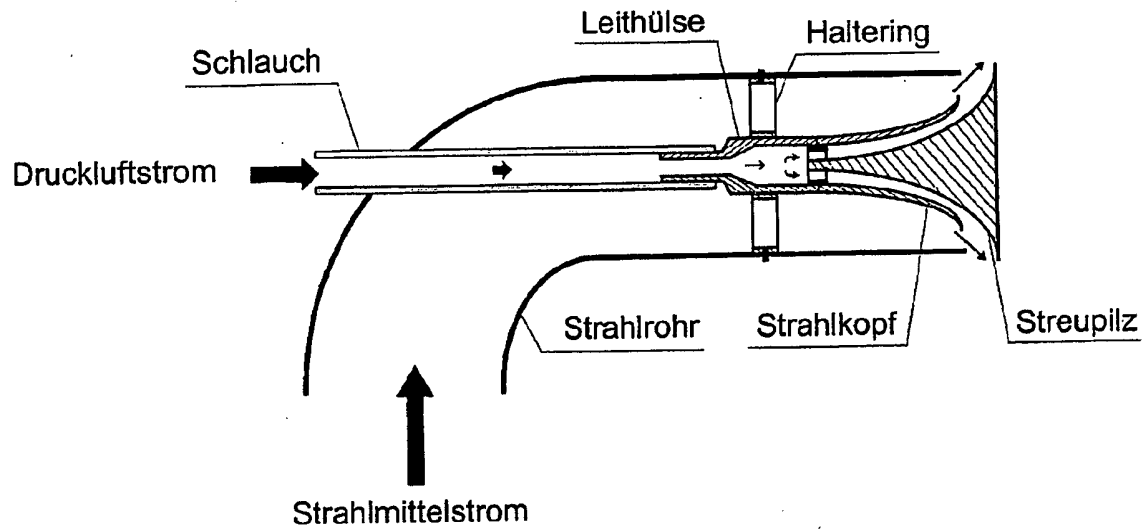
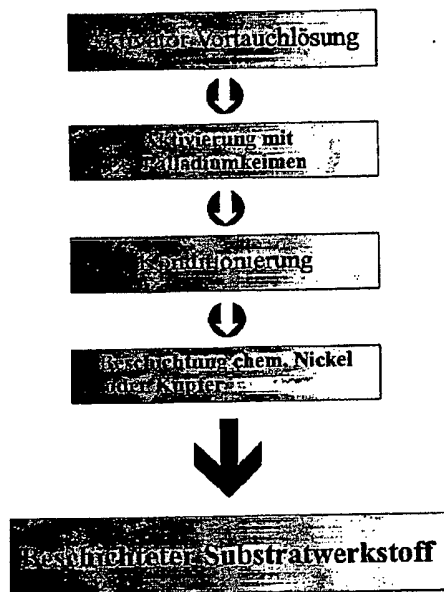


Fig. 10



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.